

## BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-153393

(43)Date of publication of application : 23.05.2003

(51)Int.Cl.

H04R 19/04

H04R 31/00

(21)Application number : 2001-351664

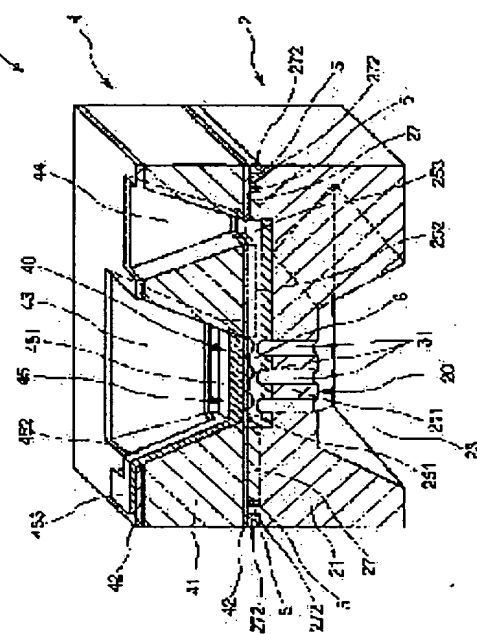
(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 16.11.2001

(72)Inventor : MATSUO TAKEHIDE  
KAMISUKE SHINICHI**(54) CAPACITOR MICROPHONE, MANUFACTURING METHOD THEREOF AND ELECTRONIC DEVICE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a manufacturing method of a capacitor microphone which is excellent in productivity and capable of forming a hollow portion between electrodes and many acoustic holes reliably, easily and accurately, and to provide a capacitor microphone and an electronic device having the capacitor microphone.

**SOLUTION:** In the capacitor microphone 1, a back plate substrate 2 is joined to a diaphragm substrate 4 with a resin 5. The substrate 2 has a first substrate 21, and an electrode 251 and a plurality of acoustic holes 31 are provided on the substrate 21. The portion where the electrode 251 and the acoustic holes 31 are provided forms a back plate 20. The diaphragm substrate 4 has a second substrate 41, and a diaphragm 40 having an electrode 451 being movable for the back plate 20 is provided on a second substrate 41. Each of the acoustic holes 31 on the substrate 21 is formed by a dry etching method, specifically, a Deep RIE (ICP).

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach, the capacitor microphone, and electronic equipment of a capacitor microphone.

[0002]

[Description of the Prior Art] The capacitor microphone formed so that movable diaphragm might form a capacitor on a silicon substrate to the back plate where two or more formation of the through tube called a sound hole was carried out, and this back plate is known. The capacitor microphone is advantageous to a miniaturization and low-power-izing, and since a circuit can be unified, a noise can be reduced.

[0003] As the manufacture approach of this capacitor microphone For example, "A Silicon Condenser microphone with Structured Back Plate and Silicon Nitride Membrane" Sensors and Actuators, In the 258th page the 251- of 1992 -- by Wolfgang Kuhnel and others After manufacturing a diaphragm chip and a back-plate chip using a silicon substrate, respectively, the approach of joining the diaphragm chip and back-plate chip is indicated.

[0004] By the manufacture approach of said capacitor microphone, the sound hole prepared in order to control the effect of air damping to a back plate is formed by the wet etching which used the alkali water solution as the etching reagent.

[0005] However, it is difficult to be influenced of field bearing of Si, and for critical die MENSIONROSU (CD Loss) to become large in the wet etching using said alkali water solution, and to form many sound holes. For this reason, the effect of air damping of the whole diaphragm cannot be suppressed with sufficient homogeneity.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is excellent in productivity, and is to offer the electronic equipment which has ease, the manufacture approach of the capacitor microphone which can be formed with a certainly and sufficient precision, a capacitor microphone, and its capacitor microphone for an inter-electrode centrum and many sound holes (through tube).

[0007]

[Means for Solving the Problem] Such a purpose is attained by this invention of following the (1) - (18).

[0008] (1) While forming an electrode in the 1st semi-conductor substrate, form at least one through tube by the dry etching method. The 1st process which manufactures the back-plate substrate which has the back plate in which said through tube and said electrode were prepared, So that the 2nd process which forms in the 2nd semi-conductor substrate the movable diaphragm which has an electrode, and manufactures a diaphragm substrate to it, and said back plate and said diaphragm may form a capacitor The manufacture approach of the capacitor microphone characterized by having the 3rd process which joins said back-plate substrate and said diaphragm substrate.

[0009] (2) While removing partially the part corresponding to the back plate of the 1st semi-conductor substrate, forming a thin-walled part and forming an electrode At least one through

tube is formed in said thin-walled part by the dry etching method. The 1st process which manufactures the back-plate substrate which has the back plate in which said through tube and said electrode were prepared, So that the 2nd process which forms in the 2nd semi-conductor substrate the movable diaphragm which has an electrode, and manufactures a diaphragm substrate to it, and said back plate and said diaphragm may form a capacitor. The manufacture approach of the capacitor microphone characterized by having the 3rd process which joins said back-plate substrate and said diaphragm substrate.

[0010] (3) While forming an electrode in the 1st semi-conductor substrate, form at least one through tube by the dry etching method. The 1st process which manufactures the back-plate substrate which has the back plate in which said through tube and said electrode were prepared, The film which constitutes a part of diaphragm [ at least ] in the 2nd semi-conductor substrate is formed. The 2nd process which manufactures the diaphragm substrate which has the movable diaphragm which removes partially the part corresponding to the diaphragm of said 2nd semi-conductor substrate, forms an electrode in said film of the removed part, and is equipped with said film and said electrode, The manufacture approach of the capacitor microphone characterized by having the 3rd process which joins said back-plate substrate and said diaphragm substrate so that said back plate and said diaphragm may form a capacitor.

[0011] (4) While removing partially the part corresponding to the back plate of the 1st semi-conductor substrate, forming a thin-walled part and forming an electrode. At least one through tube is formed in said thin-walled part by the dry etching method. The 1st process which manufactures the back-plate substrate which has the back plate in which said through tube and said electrode were prepared, The film which constitutes a part of diaphragm [ at least ] in the 2nd semi-conductor substrate is formed. The 2nd process which manufactures the diaphragm substrate which has the movable diaphragm which removes partially the part corresponding to the diaphragm of said 2nd semi-conductor substrate, forms an electrode in said film of the removed part, and is equipped with said film and said electrode, The manufacture approach of the capacitor microphone characterized by having the 3rd process which joins said back-plate substrate and said diaphragm substrate so that said back plate and said diaphragm may form a capacitor.

[0012] (5) said 1st process — setting — said 1st semi-conductor substrate — this — the manufacture approach of a capacitor microphone the above (1) which dopes the dopant which improves the conductivity of the 1st semi-conductor substrate, and forms an electrode thru/or given in either of (4).

[0013] (6) Said dopant is the manufacture approach of a capacitor microphone given in the above (5) which is boron.

[0014] (7) Said dry etching method is the manufacture approach of a capacitor microphone the above (1) which is the approach of repeating etching by the gas for etching, and formation of the protective coat by the gas for DEPOSITION by turns, and performing them thru/or given in either of (6).

[0015] (8) The above (1) which forms said a part of diaphragm [ at least ] by the film by the nitride in said 2nd process thru/or the manufacture approach of a capacitor microphone given in either of (7).

[0016] (9) The above (1) which forms the pore for connecting with said 2nd semi-conductor substrate at the electrode of said back-plate substrate in said 2nd process thru/or the manufacture approach of a capacitor microphone given in either of (8).

[0017] (10) The above (1) which forms a pore in the location corresponding to the pad connected to the electrode of said back-plate substrate of said 2nd semi-conductor substrate in said 2nd process thru/or the manufacture approach of a capacitor microphone given in either of (8).

[0018] (11) The above (9) which removes said 2nd semi-conductor substrate for forming said diaphragm by etching in said 2nd process, and forms said pore in that case, or the manufacture approach of a capacitor microphone given in (10).

[0019] (12) The thickness of said diaphragm is the manufacture approach of a capacitor microphone the above (1) thinner than the thickness of said back plate thru/or given in either of (11).

[0020] (13) Said 1st semi-conductor substrate is the manufacture approach of a capacitor microphone the above (1) which is a single crystal silicon substrate thru/or given in either of (12).

[0021] (14) Said 1st semi-conductor substrate is the manufacture approach of a capacitor microphone given in the above (13) which is field (100) bearing or (110) field bearing.

[0022] (15) Said 2nd semi-conductor substrate is the manufacture approach of a capacitor microphone the above (1) which is a single crystal silicon substrate thru/or given in either of (14).

[0023] (16) Said 2nd semi-conductor substrate is the manufacture approach of a capacitor microphone given in the above (15) which is field (100) bearing or (110) field bearing.

[0024] (17) The capacitor microphone characterized by being manufactured by the manufacture approach of a capacitor microphone the above (1) thru/or given in either of (16).

[0025] (18) Electronic equipment characterized by having the capacitor microphone of a publication in the above (17).

[0026]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the manufacture approach, the capacitor microphone, and electronic equipment of the capacitor microphone of this invention are explained to a detail based on the gestalt of suitable operation shown in an accompanying drawing.

[0027] The cross-section perspective view in which drawing 1 shows the operation gestalt of the capacitor microphone of this invention, and drawing 2 are drawings of longitudinal section showing the operation gestalt of the capacitor microphone of this invention.

[0028] The capacitor microphone (microphone of a condenser type) 1 shown in these drawings is what (it stuck) joined the back-plate substrate (back-plate chip) 2 and the diaphragm substrate (diaphragm chip) 4.

[0029] A large number (plurality) formation is carried out for example, on a wafer, and it is divided every back-plate substrate 2 (separation), and similarly, a large number (plurality) formation is carried out for example, on a wafer, the diaphragm substrate 4 is divided every diaphragm substrate 4 (separation), the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4 are joined after that, and a capacitor microphone 1 completes the back-plate substrate 2.

[0030] The back-plate substrate 2 has the 1st substrate 21 which is a semi-conductor substrate, and an electrode 251 and two or more sound holes (through tube) 31 are established in the 1st substrate 21. The part in which this electrode 251 and the sound hole 31 are established constitutes a back plate 20. In addition, the crevice 23 is formed in the part corresponding to the back plate 20 of the 1st substrate 21.

[0031] The diaphragm substrate 4 has the 2nd substrate 41 which is a semi-conductor substrate. The diaphragm 40 which has the movable (it can displace) electrode 451 to said back plate 20 (back-plate substrate 2) is formed in the 2nd substrate 41. In addition, the pore 43 is formed in the part corresponding to the diaphragm 40 of the 2nd substrate 41.

[0032] These back-plates substrate 2 and the diaphragm substrate 4 are arranged so that a back plate 20 and diaphragm 40 may form a capacitor, and the centrum (space) 6 is formed between a back plate 20 and diaphragm 40.

[0033] Although especially the dimension of a capacitor microphone 1 is not limited, thickness can be set to about 0.2-1mm, for example about 2-5mmx2-5mm.

[0034] Next, the manufacture approach of a capacitor microphone 1 is explained. Drawing 3 - drawing 21 are drawings (drawing of longitudinal section) for explaining the manufacture approach of a capacitor microphone 1, respectively, among those drawing 3 - drawing 15 show the production process (the 1st process) of the back-plate substrate 2, drawing 16 - drawing 20 show the production process (the 2nd process) of the diaphragm substrate 4, and drawing 21 shows the process (the 3rd process) which joins the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4.

[0035] First, a semi-conductor substrate is prepared as the 1st substrate 21 and 2nd substrate 41, respectively.

[0036] Although these 1st substrates 21 and the 2nd substrate 41 will not be especially limited, respectively if they are semi-conductor substrates, it is desirable that it is a single crystal

silicon substrate, and it is [ the single crystal silicon substrate ] more desirable that they are field (100) bearing (crystal-face bearing) or (110) field bearing (crystal-face bearing).

[0037] Thereby, diaphragm 40 and a back plate 20 can be formed with a sufficient precision, and the capacitor microphone 1 as a design can be obtained.

[0038] Moreover, although not limited, as for the thickness of the 1st substrate 21 and the 2nd substrate 41, it is desirable each, especially that it is about 300–525 micrometers, and it is more desirable that it is about 300–400 micrometers.

[0039] <the production process (the 1st process) of the back-plate substrate 2> <1> — first, as shown in drawing 3, the film 22 used as the mask for etching is altogether formed in the bottom, right-hand side, and left-hand side a front-face [ of the 1st substrate 21 ], i.e., drawing 3 Nakagami of 1st substrate 21, side.

[0040] As a component of the film 22, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> grade is mentioned, for example. the film 22 — for example, CVD (Chemical Vapor Deposition) — it forms by law (especially heat CVD method) etc.

[0041] Although especially the thickness of the film 22 is not limited, it is desirable that it is about 0.05–0.2 micrometers, and it is more desirable that it is about 0.1–0.15 micrometers.

[0042] As shown in <2>, next drawing 4, the part corresponding to a back plate 20, i.e., the part corresponding to the crevice 23 shown in drawing 5, is removed among the film 22 by the side of drawing 4 Nakashita of the 1st substrate 21, and the opening 221 of the configuration corresponding to a back plate 20 (crevice 23) is formed. Thereby, the 1st substrate 21 is exposed from opening 221.

[0043] Removal of this film 22 can be performed by for example, the dry etching method, the wet etching method, etc.

[0044] A crevice 23 is formed in the part of the opening 221 of the 1st substrate 21 as shown in <3>, next drawing 5. That is, the part of the opening 221 of the 1st substrate 21 is removed until it becomes predetermined thickness, and a thin-walled part 211 is formed. The parts of this thin-walled part 211 and its near serve as a back plate 20 through a next process.

[0045] Although especially the thickness of the thin-walled part 211 of said 1st substrate 21, i.e., the thickness of a back plate 20, is not limited, it is desirable that it is about 10–40 micrometers, and it is more desirable that it is about 10–15 micrometers.

[0046] It is desirable to perform formation of said thin-walled part 211 (crevice 23) by the etching method. That is, it is desirable to etch the 1st substrate 21 exposed from opening 221, and to form a thin-walled part 211.

[0047] As a method of etching in this case, although the dry etching method, the wet etching method, etc. are mentioned for example, an alkali anisotropic etching technique is desirable especially.

[0048] When performing this process by the alkali anisotropic etching technique, the back plate 20 of predetermined thickness can be formed with a sufficient precision, and the capacitor microphone 1 with high dimensional accuracy can be obtained.

[0049] In addition, as an alkaline etching reagent in the case of using an alkali anisotropic etching technique, the water solution of TMAH (tetramethylammonium hydroxide) etc. is mentioned, for example.

[0050] As shown in <4>, next drawing 6, the film 24 used as the mask for a dope is formed in the front face of the film 22 by the side of drawing 6 Nakagami of the 1st substrate 21 (opposite side of a crevice 23).

[0051] As a component of the film 24, SiO<sub>2</sub> grade is mentioned, for example. The film 24 is formed with a CVD method (especially plasma-CVD method) etc.

[0052] Although especially the thickness of the film 24 is not limited, it is desirable that it is about 0.5–2 micrometers, and it is more desirable that it is about 1–1.5 micrometers.

[0053] As shown in <5>, next drawing 7, patterning (removal) is carried out to the configuration corresponding to the electrode 251, wiring (outgoing line) 252, and the pad 253 which show the film 22 and 24 by the side of drawing 7 Nakagami of the 1st substrate 21 to drawing 8, opening 26 is formed, and the part by the side of drawing 7 Nakamigi of the thin-walled part 211 of the 1st substrate 21 and a thin-walled part 211 is exposed from the opening 26.

[0054] In addition, since an electrode 251 is formed in the thin-walled part 211 bottom and wiring 252 and a pad 253 are formed in the drawing 7 Nakamigi side of an electrode 251, opening 26 is formed in the drawing 7 Nakamigi side of a thin-walled part 211 and a thin-walled part 211.

[0055] Removal of film 22 and 24 can be performed by for example, the dry etching method, the wet etching method, etc.

[0056] As shown in <6>, next drawing 8, boron (dopant) is doped in the surface section 211 by the side of drawing 8 Nakagami of the 1st substrate 21 in opening 26, i.e., the thin-walled part of the 1st substrate 21, and the surface section of the part by the side of drawing 8 Nakamigi of a thin-walled part 211 (impregnation), and an electrode 251, wiring 252, and a pad 253 are formed in them.

[0057] Thus, in the process <12> later mentioned by doping boron and forming an electrode 251, wiring 252, and a pad 253, in case an insulator layer 27 is etched and two or more openings 272 are formed, an electrode 251, wiring 252, and a pad 253 can prevent producing deterioration, degradation, exfoliation, or the dissolution with the etching reagent (for example, hydrofluoric-acid solution).

[0058] With doping of said boron, it heat-treats by, for example, carrying out opposite arrangement of the source of boron diffusion of the solid-state which is not illustrated to the 1st substrate 21 at the drawing 8 Nakagami side of the 1st substrate 21.

[0059] Although heat treatment conditions are suitably set up according to terms and conditions doped, such as the depth (thickness) of the 1st substrate 21, and concentration of boron, it is desirable to consider as about 0.5 – 12 hours at about 1025–1200 degrees C, and it is more desirable to consider as about 0.5 – 5 hours at about 1075–1200 degrees C.

[0060] By this processing, boron is doped by predetermined concentration (high concentration) from the surface section of the 1st substrate 21 in opening 26, i.e., the front face of the 1st substrate 21, to the field of the predetermined depth (thickness), it is spread, and conductivity (conductivity) improves. An electrode 251, wiring 252, and a pad 253 are constituted by the part (doping section) by which said boron was doped among the 1st substrate 21. In addition, the electrode 251 and the pad 253 are electrically connected through wiring 252.

[0061] Although especially the depth that dopes boron (thickness of the doping section), i.e., the thickness of an electrode 251, is not limited, it is desirable to be referred to as about 0.4–1.2 micrometers, and it is more desirable to be referred to as about 0.5–1 micrometer.

[0062] Moreover, although especially the concentration of the boron after a dope is not limited, it is desirable to carry out to three or more [  $5 \times 10^{19}$  //cm ], and it is more desirable to carry out to about [  $1 \times 10^{20}$  to  $5 \times 10^{20}$  //cm ] three.

[0063] In addition, the approach of doping boron may be performed by the approach (approach using boron etc. 3 bromination) of using for example, not only the aforementioned approach but an ion implantation method, and the source of liquid diffusion etc.

[0064] Moreover, as long as it can raise the conductivity (conductivity) of the 1st substrate 21 by doping it as a dopant, it is not limited to boron, others [ boron ], for example, P, As, aluminum, etc., are mentioned, and two or more sorts of arbitration may be used.

[0065] Moreover, by this invention, the electrode 251 of the back-plate substrate 2, wiring 252, and a pad 253 may form each by various kinds of metals, polish recon (polycrystalline silicon), etc. that what is necessary is just to have conductivity, respectively.

[0066] As shown in <7>, next drawing 9, film 22 and 24 is removed. Hydrogen fluoride (HF) etc. is used for removal of these film 22 and 24.

[0067] As shown in <8>, next drawing 10, the insulator layer 27 for forming a gap (gap) (space) 6, i.e., a centrum, between an electrode 251 and the diaphragm 40 of the diaphragm substrate 4 mentioned later is formed in the drawing 10 Nakagami side of the 1st substrate 21. The thickness of this insulator layer 27 serves as distance between the electrode 251 of this back-plate substrate 2, and the diaphragm 40 of the diaphragm substrate 4 mentioned later (gap length).

[0068] Although especially the thickness of an insulator layer 27, i.e., the distance between the electrode 251 of this back-plate substrate 2 and the diaphragm 40 of the diaphragm substrate 4 mentioned later, (gap length) is not limited, it is desirable that it is about 1–5 micrometers, and it is more desirable that it is about 1–3 micrometers.

[0069] Although it will not be limited as a component of an insulator layer 27 especially if it has insulation, an oxide (oxide film) is desirable and SiO<sub>2</sub> grade is mentioned as the oxide, for example.

[0070] When forming the sound hole 31 later mentioned by using an insulator layer 27 as an oxide film like SiO<sub>2</sub> film by dry etching, it can prevent being influenced by the dry etching (prevention).

[0071] An insulator layer 27 is formed with a CVD method (especially plasma-CVD method) etc.

[0072] As shown in <9>, next drawing 11, the part corresponding to an electrode 251, wiring 252, and a pad 253 is removed among insulator layers 27, opening 271 is formed, and an electrode 251, wiring 252, and a pad 253 are exposed from the opening 271.

[0073] Removal of an insulator layer 27 can be performed by for example, the dry etching method, the wet etching method, etc.

[0074] As shown in <10>, next drawing 12, the mask 28 of a predetermined pattern is formed in the drawing 12 Nakagami side of an insulator layer 27, respectively the drawing 12 Nakagami side of the drawing 12 Nakagami side 251 of the part doped among the 1st substrate 21, i.e., the electrode of the 1st substrate 21, wiring 252, and a pad 253.

[0075] This mask 28 is a mask for etching when forming in a back plate 20 two or more sound holes (through tube) 31 shown in drawing 13, and forming in an insulator layer 27 two or more openings 272 shown in drawing 14, and patterning is carried out by the photolithography method so that opening 281 may be formed in the part (location) corresponding to each sound hole 31, respectively and opening 282 may be formed in the part (location) corresponding to each opening 272, respectively.

[0076] As a component of a mask 28, various kinds of resist ingredients etc. are mentioned, for example.

[0077] Moreover, although especially the thickness of a mask 28 is not limited, it is desirable that it is about 0.5–2 micrometers, and it is more desirable that it is about 1–1.5 micrometers.

[0078] Moreover, especially the configuration in the plane view of the opening 281 of a mask 28 (configuration when seeing from the drawing 12 Nakagami side), i.e., the configuration in the plane view of the sound hole 31, is not limited, for example, it can be made into the polygon of circular, an ellipse form, a square, etc.

[0079] Although it is not limited, when the configuration in plane view is made circular for example, as for especially the dimension of the opening 281 of a mask 28, i.e., the dimension of the sound hole 31, it is desirable that the diameter is about 20–70 micrometers, and it is more desirable that it is about 30–60 micrometers.

[0080] Moreover, although the number of the opening 281 of a mask 28, i.e., the number of the sound hole 31, is suitably set up according to terms and conditions, such as the dimension, configuration, etc., it is desirable that it is plurality, it is more desirable that it is about [ 50–1000 //mm ] two, and it is desirable [ the number ] that it is especially about [ 100–500 //mm ] two. Thereby, the effect of air damping can be reduced or prevented more certainly.

[0081] In addition, it cannot be overemphasized that the number of the sound hole 31 may be one piece.

[0082] Moreover, as shown in drawing 12, a protective coat 29 is formed in front faces other than the drawing 12 Nakagami the 1st substrate 21 side (each side face and rear face).

[0083] This protective coat 29 functions also as a stopper (it is made to penetrate) when etching the 1st substrate 21 and forming the sound hole 31.

[0084] As a component of a protective coat 29, various kinds of resist ingredients etc. are mentioned, for example.

[0085] Moreover, although especially the thickness of a protective coat 29 is not limited, it is desirable that it is about 1–5 micrometers, and it is more desirable that it is about 2–3 micrometers.

[0086] As shown in <11>, next drawing 13, in the dry etching method, especially Deep RIE (ICP), the thin-walled part 211 of the 1st substrate 21 exposed from each opening 281 of a mask 28 is etched, and two or more sound holes (through tube) 31 are formed.

[0087] Said Deep RIE (ICP) is the approach (technique) of acting as Fukahori of the semi-



conductor (for example, silicon), and the approach (bosh process) indicated by U.S. Pat. No. 5501893 can be used for it as Deep RIE (ICP) at this process.

[0088] That is, at this process, etching by the gas for etching and formation of the protective coat by the gas for DEPOJISSEON are repeated by turns, and a line forms two or more sound holes 31, for example.

[0089] As said gas for etching, SF<sub>6</sub> grade is mentioned and C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> grade is mentioned as said gas for DEPOJISSEON, for example.

[0090] At this process using Deep RIE (ICP), it can etch with a sufficient precision, without the insulator layer 27 exposed from the opening 282 grade of a mask 28 not being etched, but only a thin-walled part 211 being etched from the opening 281 of a mask 28, and being influenced of field bearing of the 1st substrate 21, since it is dry etching when an insulator layer 27 is formed by SiO<sub>2</sub> since a high selection ratio can be taken to an oxide film. That is, without affecting other parts, it is accurate and only the sound hole 31 can be formed certainly.

[0091] Thus, in formation of the sound hole 31, since the dry etching method, especially Deep RIE (ICP) are used, many sound holes 31 can be formed with ease, authenticity, and a sufficient precision. Thereby, the effect of air damping can be reduced or prevented.

[0092] In addition, in this invention, in this process, as long as it is the dry etching method, the sound hole 31 may be formed using a different approach from the above.

[0093] As shown in <12>, next drawing 14, by etching of the dry etching method, the wet etching method, etc., especially the wet etching method, the insulator layer 27 exposed from each opening 282 of a mask 28 is etched, and two or more openings 272 are formed in the insulator layer 27.

[0094] By said etching, by forming the 1st substrate 21 by Si and, for example, using the hydrofluoric-acid solution which can take Si and a selection ratio as an etching reagent, the 1st substrate 21 is not etched but only an insulator layer 27 is etched. That is, without affecting other parts, it is accurate and only opening 272 can be formed certainly.

[0095] In each opening 272, it fills up with the resin 5 for the junction (adhesives) in the case of junction to the diaphragm substrate 4 and the back-plate substrate 2 which are mentioned later.

[0096] In addition, although especially the location of said opening 272 is not limited, opening 272 is located in the edge of the back-plate substrate 2 with this operation gestalt.

[0097] A large number (plurality) formation is carried out on a wafer, and <13> back-plate substrates 2 are predetermined means, such as dicing, and divide the wafer every back-plate substrate 2 (separation).

[0098] And as shown in drawing 15, the mask 28 and protective coat 29 which remain from said divided back-plate substrate 2 are removed, and the back-plate substrate 2 is washed.

[0099] Removal of a mask 28 and a protective coat 29 can be performed by for example, the dry etching method, the wet etching method, etc.

[0100] Thus, the back-plate substrate 2 is obtained. In addition, a slot is formed in said wafer in the shape of a grid, and you may enable it to divide every back-plate substrate 2 in the slot, for example in a predetermined process in this invention. Thereby, without carrying out dicing, it can divide easily and certainly every back-plate substrate 2, and breakage of the back-plate substrate 2 at the time of the division can be prevented more certainly.

[0101] Moreover, by this invention, the electrode 251 of the back-plate substrate 2, wiring 252, and a pad 253 may form each by various kinds of metals, polish recon (polycrystalline silicon), etc. that what is necessary is just to have conductivity, respectively.

[0102] <the production process (the 2nd process) of the diaphragm substrate 4> <1> — first, as shown in drawing 16, the film 42 is altogether formed in the bottom, right-hand side, and left-hand side a front-face [ of the 2nd substrate 41 ], i.e., drawing 16 Nakagami of 2nd substrate 41, side. When it comes to the mask for etching of the 2nd substrate 41, this film 42 constitutes [ both ] a part of diaphragm 40.

[0103] The component of the film 42 has a desirable nitride, for example, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> grade is mentioned.

[0104] the film 42 — for example, CVD (Chemical Vapor Deposition) — it forms by law (especially heat CVD method) etc.

[0105] Although especially the thickness of the film 42 is not limited, it is desirable that it is about 0.05–0.2 micrometers, and it is more desirable that it is about 0.1–0.15 micrometers.

[0106] As shown in <2>, next drawing 17, the part corresponding to diaphragm 40, i.e., the part corresponding to the pore 43 shown in drawing 18, and the part corresponding to a pore 44 are removed among the film 42 by the side of drawing 17 Nakagami of the 2nd substrate 41, and the opening 421 of the configuration corresponding to diaphragm 40 (pore 43) and the opening 422 of the configuration corresponding to a pore 44 are formed. Thereby, the 2nd substrate 41 is exposed from openings 421 and 422, respectively. In addition, a pore 44 is formed in the location corresponding to the pad 253 of said back-plate substrate 2.

[0107] Removal of said film 42 can be performed by for example, the dry etching method, the wet etching method, etc.

[0108] As shown in <3>, next drawing 18, the part of the opening 421 of the 2nd substrate 41 and the part of opening 422 are removed until the film 42 is exposed (until it reaches the film 42), and pores 43 and 44 are formed.

[0109] the configuration (configuration when seeing from the drawing 2 and drawing 18 Nakagami side) in the plane view of these pores 43 and 44 — respectively — the drawing 18 Nakagami side and the bottom — abbreviation — the analog (analog \*\*) or the abbreviation same configuration is made.

[0110] Although especially the configuration of a pore 43, i.e., the configuration of diaphragm 40, is not limited, (when it sees from the drawing 2 and drawing 18 Nakagami side), it is making the square by plane view with this operation gestalt.

[0111] Moreover, although especially the configuration of a pore 44 is not limited, (when it sees from the drawing 2 and drawing 18 Nakagami side), it is making the square by plane view with this operation gestalt.

[0112] It is desirable to perform formation of said pores 43 and 44 by the etching method, respectively.

[0113] Moreover, it is desirable to perform formation of a pore 43 and formation of a pore 44 to coincidence (at the same process).

[0114] With this operation gestalt, the film 42 is etched for the 2nd substrate 41 exposed from openings 421 and 422 as a stopper, and pores 43 and 44 are formed at coincidence (at the same process).

[0115] By performing formation of a pore 43, and formation of a pore 44 to coincidence (at the same process), a routing counter can be decreased, and for this reason, productivity is high and it is advantageous to mass production.

[0116] Moreover, as said etching method, although the dry etching method, the wet etching method, etc. are mentioned for example, an alkali anisotropic etching technique is desirable especially.

[0117] When performing this process by the alkali anisotropic etching technique, the predetermined diaphragm 40 (pore 43) and the predetermined pore 44 of a dimension can be formed with a sufficient precision, and the capacitor microphone 1 with high dimensional accuracy can be obtained.

[0118] In addition, as an alkaline etching reagent in the case of using an alkali anisotropic etching technique, the water solution of TMAH (tetramethylammonium hydroxide) etc. is mentioned, for example.

[0119] As shown in <4>, next drawing 19, the film 42 of the pore 44 bottom is removed, opening 423 is formed, and a pore 44 is opened to the drawing 19 Nakashita side (it is made to penetrate).

[0120] This pore 44 and openings 422 and 423 meet the pad 253 of the back-plate substrate 2, when the diaphragm substrate 4 and said back-plate substrate 2 are joined. Therefore, wiring electrically connected to the diaphragm substrate 4 through this pore 44 and openings 422 and 423 to the pad 253 of the back-plate substrate 2 can be prepared.

[0121] Thus, it is advantageous to the miniaturization of a capacitor microphone 1 by forming the pore 44 for connecting with the electrode 251 (pad 253) of the back-plate substrate 2 at the diaphragm substrate 4, and the pore (through tube) which consists of openings 422 and 423.

[0122] Removal of said film 42 can be performed by for example, the dry etching method, the wet etching method, etc.

[0123] As shown in <5>, next drawing 19, the electric conduction film (conductor film) 45 of the predetermined pattern which has conductivity is formed in the drawing 19 Nakagami side of the 2nd substrate 41.

[0124] This electric conduction film 45 is continuously formed in the drawing 19 Nakagami side of the film 42 the side face (left lateral in drawing 19) of a pore 43, and near the pore 43 the drawing 19 Nakagami side of the film 42 in said pore 43, and constitutes an electrode 451, wiring 452, and a pad 453. In this case, an electrode 451 is located in the drawing 19 Nakagami side of the film 42 in a pore 43, a pad 453 is located in the drawing 19 Nakagami side of the film 42 near the pore 43, and these electrodes 451 and a pad 453 are electrically connected through wiring 452. In addition, an electrode 451 constitutes a part of diaphragm 40.

[0125] Thus, the diaphragm 40 which consists of film 42 and an electrode 451 is formed in the drawing 19 Nakagami side of the pore 43 of the 2nd substrate 41. The configuration (configuration when seeing from the drawing 2 and drawing 19 Nakagami side) in the plane view of this diaphragm 40 is making the configuration, the analog, or the same configuration in plane view of a pore 43.

[0126] Especially the formation approach of said electric conduction film 45 is not limited, for example, the gaseous-phase forming-membranes methods, such as wet plating, such as electrolytic plating (electroplating) and electroless deposition, sputtering, ion plating and vacuum deposition, and CVD, etc. are mentioned.

[0127] The electric conduction film 45 has a desirable metal among these, although it has conductivity and various kinds of metals, polish recon (polycrystalline silicon), etc. are mentioned as the component, for example.

[0128] When it constitutes the electric conduction film 45 from a metal membrane, especially as the metal, it is not limited, for example, Cu, Cu system alloy, aluminum, aluminum system alloy, Au, Pt and W, W system alloy, etc. are mentioned.

[0129] When it constitutes the electric conduction film 45 from polish recon film, it is desirable to dope a predetermined dopant on the polish recon film at high concentration (impregnation), and to raise the conductivity of the electric conduction film 45.

[0130] As a dopant, B, P, As, aluminum, etc. are mentioned, for example. Moreover, as an approach of doping a dopant, ion implantation etc. is mentioned, for example.

[0131] Although especially the thickness of the electric conduction film 45 (electrode 451) is not limited, as for the thickness of an electrode 451, it is desirable that it is about 0.05–1 micrometer, and it is more desirable that it is about 0.1–0.5 micrometers.

A large number (plurality) formation is carried out on a wafer, and <6> diaphragm substrates 4 are predetermined means, such as dicing, and divide the wafer every diaphragm substrate 4 (separation).

[0132] And as shown in drawing 20, the film 42 of the drawing 19 Nakamigi side who remains from said divided diaphragm substrate 4, and left-hand side is removed, and the diaphragm substrate 4 is washed.

[0133] Removal of the film 42 can be performed by for example, the dry etching method, the wet etching method, etc.

[0134] Thus, the diaphragm substrate 4 is obtained. In addition, in this invention, predetermined circuits (integrated circuit) which are not illustrated, such as an amplifying circuit and a booster circuit, may be formed in the diaphragm substrate 4 if needed.

[0135] Moreover, a slot is formed in said wafer in the shape of a grid, and you may enable it to divide every diaphragm substrate 4 in the slot, for example in a predetermined process in this invention. Thereby, without carrying out dicing, it can divide easily and certainly every diaphragm substrate 4, and breakage of the diaphragm substrate 4 at the time of the division can be prevented more certainly.

[0136] In case openings 421 and 422 are formed in said film 42 in order to form the slot for said division for example, opening of the shape of a grid corresponding to the slot is formed in the film 42. And when etching said 2nd substrate 41 and forming pores 43 and 44, half etching of the part

of opening of the shape of said grid of the 2nd substrate 41 is carried out.

[0137] In addition, any of said 1st process and said 2nd process may be performed first, and the 1st process and 2nd process may be performed in parallel (to coincidence).

[0138] <Junction process (the 3rd process)> <1> First, as shown in drawing 21, alignment of the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4 is performed.

[0139] In this alignment, as shown in drawing 21, in the drawing 21 Nakagami down (lengthwise direction), the relative location and relative posture of the diaphragm substrate 4 over the back-plate substrate 2 are adjusted so that a back plate 20 and diaphragm 40 may meet (coincidence) and the pad 253 by the side of the back-plate substrate 2 and the pore 44 (opening 423) by the side of the diaphragm substrate 4 may meet (coincidence). In this case, the back-plate substrate 2 or the diaphragm substrate 4 may be moved (variation rate), and both may be moved (variation rate).

[0140] The resin (adhesives) which is not dried [ <2> next un-hardening / which it does not illustrate /, or ] is supplied on the field in which the predetermined part 272, for example, the edge by the side of drawing 21 Nakagami of the back-plate substrate 2, i.e., opening of the insulator layer 27 of the back-plate substrate 2, was formed.

[0141] Supply of this resin can be performed by applying the resin which is not dried [ for example, un-hardening or ].

[0142] In addition, in this invention, resin may be supplied to the diaphragm substrate 4 side, and may be supplied to each of the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4.

[0143] On <3>, next the back-plate substrate 2, the diaphragm substrate 4 is installed through resin and they are stuck. Under the present circumstances, it fills up with resin in each opening 272, respectively.

[0144] Next, resin is hardened or dried. Thus, as shown in drawing 1 and drawing 2, the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4 are joined with said resin 5 hardened or dried (adhesion), and the centrum (space) 6 which is open for free passage to each sound hole 31 and a pore 44 is formed between a back plate 20 and diaphragm 40.

[0145] Moreover, as mentioned above, in drawing 1 and the drawing 2 Nakagami down (lengthwise direction), a back plate 20 and diaphragm 40 meet (coincidence), and the pad 253 by the side of the back-plate substrate 2 and the pore 44 (opening 423) by the side of the diaphragm substrate 4 meet (coincidence).

[0146] Thus, since the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4 are joined and a capacitor microphone 1 is manufactured, a centrum 6 can be formed with ease, authenticity, and a sufficient precision.

[0147] In addition, in this invention, after supplying the resin which is not dried [ un-hardening or ], alignment of the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4 may be performed.

[0148] Moreover, in this invention, junction to the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4 may be performed by approaches other than the approach of joining by said resin 5.

[0149] Next, the pad 253 by the side of the back-plate substrate 2 and the pad 453 by the side of the diaphragm substrate 4 are electrically connected with the lead wire which is not illustrated in the predetermined circuit which is not illustrated, for example, respectively. Under the present circumstances, connection with a pad 253 is made through a pore 44.

[0150] The capacitor microphone 1 shown in drawing 1 and drawing 2 as mentioned above is obtained.

[0151] Next, an operation of a capacitor microphone 1 is explained. If voice, i.e., an acoustic wave, carries out incidence to the capacitor microphone 1 when a capacitor microphone 1 is in operating state, diaphragm 40 will vibrate by the acoustic wave (sound pressure).

[0152] If diaphragm 40 vibrates, according to the size (magnitude) of the amplitude, the distance between diaphragm 40 (electrode 451) and a back plate 20 (electrode 251) will change, and the electrostatic capacity of the capacitor which consists of diaphragm 40 and a back plate 20 will change.

[0153] Change of this electrostatic capacity is outputted from a capacitor microphone 1 as an electrical signal. That is, an acoustic signal is changed and outputted to an electrical signal by the capacitor microphone 1.

[0154] Since according to said capacitor microphone 1 and its manufacture approach the back-plate substrate 2 and the diaphragm substrate 4 are joined and a capacitor microphone 1 is manufactured as explained above, the centrum 6 between a back plate 20 and diaphragm 40 can be formed with ease, authenticity, and a sufficient precision.

[0155] furthermore, the thing for which the dry etching method, especially Deep RIE (ICP) are used in formation of the sound hole 31 of a back plate 20 — many sound holes 31 — ease — it can form with a certainly and sufficient precision. Thereby, the effect of air damping can be reduced or prevented.

[0156] For this reason, a capacitor microphone 1 has the outstanding property (a mechanical property and acoustical property).

[0157] Moreover, a capacitor microphone 1 can be formed in the manufacture process (especially micro-machining) of a semi-conductor. For this reason, easily, a precision can (often [ precision ]) be processed, productivity is high, and it is advantageous to mass production, and advantageous also to a miniaturization.

[0158] Moreover, the back-plate substrate 2 or the diaphragm substrate 4, and the circumference circuit of a capacitor microphone 1 can be formed on the same substrate (unification).

[0159] The capacitor microphone 1 mentioned above can be incorporated and used for various kinds of electronic equipment (electronic instrument).

[0160] Next, the operation gestalt at the time of applying the electronic equipment of this invention to hearing aid is explained.

[0161] Drawing 22 is the perspective view showing the operation gestalt of the hearing aid equipped with the capacitor microphone 1 which shows the electronic equipment of this invention to the operation gestalt, i.e., drawing 1 , and drawing 2 at the time of applying to hearing aid.

[0162] As shown in this drawing, hearing aid (electronic equipment) 100 has the casing (sheathing member) 110 in which opening 120 was formed.

[0163] In this casing 110, the capacitor microphone 1 mentioned above, the loudspeaker which is not illustrated, and the predetermined electrical circuit which was electrically connected to these capacitor microphones 1 and a loudspeaker and which it does not illustrate are installed, respectively.

[0164] As for the capacitor microphone 1, the 2nd substrate 41 is arranged so that the pore 43 40 of the 2nd substrate 41, i.e., diaphragm, may be located in the location of opening 120 toward the direction of a sound source.

[0165] Next, an operation of hearing aid 100 is explained. As mentioned above, the voice (sound pressure) from a sound source is changed into an electrical signal by the capacitor microphone 1.

[0166] Signal processing of this electrical signal is carried out in an electrical circuit, it is inputted into a loudspeaker, and is again changed and outputted to voice by the loudspeaker.

[0167] Thereby, the user of hearing aid 100 can catch the voice from a sound source easily and certainly.

[0168] As explained above, since this hearing aid 100 contains the capacitor microphone 1 mentioned above, it has the very good engine performance.

[0169] This invention is applicable not only to the hearing aid mentioned above but all the electronic equipment that, in addition to this, has microphones, such as audio input units, such as a cellular phone (PHS is included), a TV phone, a telephone, and these cellular phones, a TV phone, a telephone.

[0170] As mentioned above, although the manufacture approach, the capacitor microphone, and electronic equipment of a capacitor microphone of this invention were explained based on the operation gestalt of illustration, this invention is not limited to this and can permute the configuration of each part by the thing of the configuration of the arbitration which has the same function.

[0171]

[Effect of the Invention] since according to this invention a back-plate substrate and a diaphragm substrate are joined and a capacitor microphone is manufactured, as stated above — an inter-

electrode centrum (space) — ease — it can form with a certainly and sufficient precision.

[0172] furthermore, the thing for which the dry etching method, especially Deep RIE (ICP) are used in formation of the sound hole (through tube) of a back plate — many sound holes — ease — it can form with a certainly and sufficient precision. Thereby, the effect of air damping can be reduced or prevented.

[0173] For this reason, high performance, i.e., the capacitor microphone which has the outstanding mechanical property and an acoustical property, is obtained.

[0174] Moreover, in this invention, a capacitor microphone can be manufactured easily, productivity is high, and it is advantageous to mass production, and advantageous also to a miniaturization.

---

[Translation done.]

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-153393

(P 2 0 0 3 - 1 5 3 3 9 3 A)

(43)公開日 平成15年 5 月23日(2003. 5. 23)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード' (参考)

H04R 19/04

H04R 19/04

5D021

31/00

31/00

C

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全14頁)

(21)出願番号 特願2001-351664(P2001-351664)

(22) 出願日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 松尾 剛秀

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)發明者 紙透 真一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100091292

弁理士 増田 達哉 (外1名)

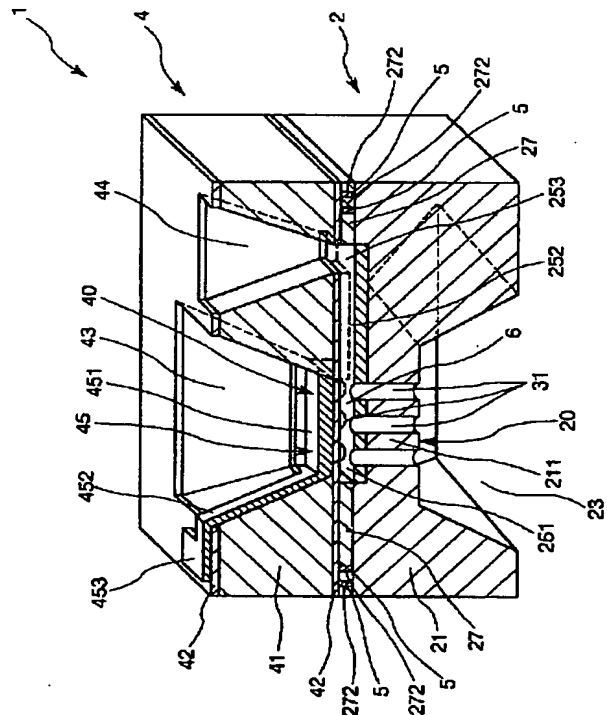
Fターム(参考) 5D021 CC01 CC18 CC19 CC20

(54) 【発明の名称】 コンデンサマイクロホンの製造方法、コンデンサマイクロホンおよび電子機器

(57) 【要約】

【課題】生産性に優れ、電極間の中空部および多数の音響ホールを容易、確実かつ精度良く形成することができるコンデンサマイクロホンの製造方法、コンデンサマイクロホンおよびそのコンデンサマイクロホンを有する電子機器を提供する。

【解決手段】コンデンサマイクロホン１は、バックプレート基板２とダイヤフラム基板４とを樹脂５で接合したものである。バックプレート基板２は、第１の基板２１を有し、第１の基板２１には、電極２５１および複数の音響ホール３１が設けられている。この電極２５１および音響ホール３１の設けられている部分がバックプレート２０を構成する。ダイヤフラム基板４は、第２の基板４１を有し、第２の基板４１には、バックプレート２０に対して可動の電極４５１を有するダイヤフラム４０が設けられている。第１の基板２１の各音響ホール３１は、ドライエッチング法、特にDeep RIE (ICP) で形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の半導体基板に電極を形成するとともに、ドライエッチング法により少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設けられたバックプレートに有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、

第 2 の半導体基板に、電極を有する可動のダイヤフラムを形成してダイヤフラム基板を製造する第 2 の工程と、前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 2】 第 1 の半導体基板のバックプレートに対応する部分を部分的に除去して薄肉部を形成し、電極を形成するとともに、ドライエッチング法により前記薄肉部に少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設けられたバックプレートに有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、

第 2 の半導体基板に、電極を有する可動のダイヤフラムを形成してダイヤフラム基板を製造する第 2 の工程と、前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 3】 第 1 の半導体基板に電極を形成するとともに、ドライエッチング法により少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設けられたバックプレートに有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、

第 2 の半導体基板にダイヤフラムの少なくとも一部を構成する膜を形成し、前記第 2 の半導体基板のダイヤフラムに対応する部分を部分的に除去し、その除去した部分の前記膜に電極を形成し、前記膜および前記電極を備える可動のダイヤフラムを有するダイヤフラム基板を製造する第 2 の工程と、

前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 4】 第 1 の半導体基板のバックプレートに対応する部分を部分的に除去して薄肉部を形成し、電極を形成するとともに、ドライエッチング法により前記薄肉部に少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設けられたバックプレートに有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、

第 2 の半導体基板にダイヤフラムの少なくとも一部を構成する膜を形成し、前記第 2 の半導体基板のダイヤフラムに対応する部分を部分的に除去し、その除去した部分の前記膜に電極を形成し、前記膜および前記電極を備える可動のダイヤフラムを有するダイヤフラム基板を製造

する第 2 の工程と、

前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 5】 前記第 1 の工程において、前記第 1 の半導体基板に、該第 1 の半導体基板の導電性を向上するドーパントをドーピングして電極を形成する請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 6】 前記ドーパントは、ホウ素である請求項 5 に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 7】 前記ドライエッチング法は、エッチング用ガスによるエッチングと、デポジション用ガスによる保護膜の形成とを、交互に繰り返し行う方法である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 8】 前記第 2 の工程において、前記ダイヤフラムの少なくとも一部を窒化物による膜で形成する請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 9】 前記第 2 の工程において、前記第 2 の半導体基板に、前記バックプレート基板の電極に接続するための孔部を形成する請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 10】 前記第 2 の工程において、前記第 2 の半導体基板の、前記バックプレート基板の電極に接続されたパッドに対応する位置に、孔部を形成する請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 11】 前記第 2 の工程において、前記ダイヤフラムを形成するための前記第 2 の半導体基板の除去をエッチングで行い、その際、前記孔部を形成する請求項 9 または 10 に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 12】 前記ダイヤフラムの厚さは、前記バックプレートの厚さより薄い請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 13】 前記第 1 の半導体基板は、単結晶シリコン基板である請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 14】 前記第 1 の半導体基板は、(100)面方位または(110)面方位である請求項 13 に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 15】 前記第 2 の半導体基板は、単結晶シリコン基板である請求項 1 ないし 14 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【請求項 16】 前記第 2 の半導体基板は、(100)面方位または(110)面方位である請求項 15 に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。



【請求項 17】 請求項 1 ないし 16 のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法により製造されたことを特徴とするコンデンサマイクロホン。

【請求項 18】 請求項 17 に記載のコンデンサマイクロホンを有することを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コンデンサマイクロホンの製造方法、コンデンサマイクロホンおよび電子機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 シリコン基板上に、音響ホールと呼ばれる貫通孔が複数形成されたバックプレートと、このバックプレートに対して可動のダイヤフラムとがコンデンサを形成するように設けられたコンデンサマイクロホンが知られている。コンデンサマイクロホンは、小型化、低消費電力化に有利であり、回路を一体化できることから、ノイズを低減することができる。

【0003】 このコンデンサマイクロホンの製造方法としては、例えば、「A Silicon Condenser microphone with Structured Back Plate and Silicon Nitride Membrane」 Sensors and Actuators、1992 の第 251 ～ 第 258 頁において、Wolfgang Kuhneltらにより、シリコン基板を用いてダイヤフラムチップおよびバックプレートチップをそれぞれ製造した後、そのダイヤフラムチップとバックプレートチップとを接合する方法が開示されている。

【0004】 前記コンデンサマイクロホンの製造方法では、バックプレートにエアダンピングの影響を抑制するために設ける音響ホールを、アルカリ水溶液をエッチング液としたウェットエッチングで形成する。

【0005】 しかしながら、前記アルカリ水溶液を用いたウェットエッチングでは、Si の面方位の影響を受け、クリティカルダイメンションロス (CD Loss) が大きくなり、多数の音響ホールを形成するのが難しい。このため、ダイヤフラム全体のエアダンピングの影響を均一性良く抑えることができない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、生産性に優れ、電極間の中空部および多数の音響ホール（貫通孔）を容易、確実かつ精度良く形成することができるコンデンサマイクロホンの製造方法、コンデンサマイクロホンおよびそのコンデンサマイクロホンを有する電子機器を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 このような目的は、下記 (1) ～ (18) の本発明により達成される。

【0008】 (1) 第 1 の半導体基板に電極を形成するとともに、ドライエッチング法により少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設け

られたバックプレートを有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、第 2 の半導体基板に、電極を有する可動のダイヤフラムを形成してダイヤフラム基板を製造する第 2 の工程と、前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0009】 (2) 第 1 の半導体基板のバックプレートに対応する部分を部分的に除去して薄肉部を形成し、電極を形成するとともに、ドライエッチング法により前記薄肉部に少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設けられたバックプレートを有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、第 2 の半導体基板に、電極を有する可動のダイヤフラムを形成してダイヤフラム基板を製造する第 2 の工程と、前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0010】 (3) 第 1 の半導体基板に電極を形成するとともに、ドライエッチング法により少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設けられたバックプレートを有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、第 2 の半導体基板にダイヤフラムの少なくとも一部を構成する膜を形成し、前記第 2 の半導体基板のダイヤフラムに対応する部分を部分的に除去し、その除去した部分の前記膜に電極を形成し、前記膜および前記電極を備える可動のダイヤフラムを有するダイヤフラム基板を製造する第 2 の工程と、前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0011】 (4) 第 1 の半導体基板のバックプレートに対応する部分を部分的に除去して薄肉部を形成し、電極を形成するとともに、ドライエッチング法により前記薄肉部に少なくとも 1 つの貫通孔を形成して、前記貫通孔および前記電極が設けられたバックプレートを有するバックプレート基板を製造する第 1 の工程と、第 2 の半導体基板にダイヤフラムの少なくとも一部を構成する膜を形成し、前記第 2 の半導体基板のダイヤフラムに対応する部分を部分的に除去し、その除去した部分の前記膜に電極を形成し、前記膜および前記電極を備える可動のダイヤフラムを有するダイヤフラム基板を製造する第 2 の工程と、前記バックプレートと前記ダイヤフラムとがコンデンサを形成するように、前記バックプレート基板と前記ダイヤフラム基板とを接合する第 3 の工程とを有することを特徴とするコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0012】(5) 前記第1の工程において、前記第1の半導体基板に、該第1の半導体基板の導電性を向上するドーパントをドーピングして電極を形成する上記(1)ないし(4)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0013】(6) 前記ドーパントは、ホウ素である上記(5)に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0014】(7) 前記ドライエッチング法は、エッチング用ガスによるエッチングと、デポジション用ガスによる保護膜の形成とを、交互に繰り返す方法である上記(1)ないし(6)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0015】(8) 前記第2の工程において、前記ダイヤモンドの少なくとも一部を窒化物による膜で形成する上記(1)ないし(7)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0016】(9) 前記第2の工程において、前記第2の半導体基板に、前記バックプレート基板の電極に接続するための孔部を形成する上記(1)ないし(8)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0017】(10) 前記第2の工程において、前記第2の半導体基板の、前記バックプレート基板の電極に接続されたパッドに対応する位置に、孔部を形成する上記(1)ないし(8)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0018】(11) 前記第2の工程において、前記ダイヤモンドを形成するための前記第2の半導体基板の除去をエッチングで行い、その際、前記孔部を形成する上記(9)または(10)に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0019】(12) 前記ダイヤモンドの厚さは、前記バックプレートの厚さより薄い上記(1)ないし(11)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0020】(13) 前記第1の半導体基板は、単結晶シリコン基板である上記(1)ないし(12)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0021】(14) 前記第1の半導体基板は、(100)面方位または(110)面方位である上記(1)ないし(13)に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0022】(15) 前記第2の半導体基板は、単結晶シリコン基板である上記(1)ないし(14)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0023】(16) 前記第2の半導体基板は、(100)面方位または(110)面方位である上記(1)ないし(15)に記載のコンデンサマイクロホンの製造方法。

【0024】(17) 上記(1)ないし(16)のいずれかに記載のコンデンサマイクロホンの製造方法により製造されたことを特徴とするコンデンサマイクロホ

ン。

【0025】(18) 上記(17)に記載のコンデンサマイクロホンを有することを特徴とする電子機器。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明のコンデンサマイクロホンの製造方法、コンデンサマイクロホンおよび電子機器を、添付図面に示す好適な実施の形態に基づき詳細に説明する。

【0027】図1は、本発明のコンデンサマイクロホンの実施形態を示す断面斜視図、図2は、本発明のコンデンサマイクロホンの実施形態を示す縦断面図である。

【0028】これらの図に示すコンデンサマイクロホン(コンデンサ型のマイクロホン)1は、バックプレート基板(バックプレートチップ)2と、ダイヤモンド基板(ダイヤモンドチップ)4とを接合した(貼り合わせた)ものである。

【0029】バックプレート基板2は、例えば、ウェハ上に多数(複数)形成され、各バックプレート基板2ごとに分割(分離)され、また、同様に、ダイヤモンド基板4は、例えば、ウェハ上に多数(複数)形成され、各ダイヤモンド基板4ごとに分割(分離)され、その後、バックプレート基板2と、ダイヤモンド基板4とが接合され、コンデンサマイクロホン1が完成する。

【0030】バックプレート基板2は、半導体基板である第1の基板21を有し、その第1の基板21には、電極251および複数の音響ホール(貫通孔)31が設けられている。この電極251および音響ホール31の設けられている部分がバックプレート20を構成する。なお、第1の基板21のバックプレート20に対応する部分には、凹部23が形成されている。

【0031】ダイヤモンド基板4は、半導体基板である第2の基板41を有している。その第2の基板41には、前記バックプレート20(バックプレート基板2)に対して可動の(変位し得る)電極451を有するダイヤモンド40が設けられている。なお、第2の基板41のダイヤモンド40に対応する部分には、孔部43が形成されている。

【0032】これらバックプレート基板2とダイヤモンド基板4とは、バックプレート20とダイヤモンド40とがコンデンサを形成するように配置されており、バックプレート20とダイヤモンド40との間には、中空部(空間)6が形成されている。

【0033】コンデンサマイクロホン1の寸法は、特に限定されないが、例えば、2~5mm×2~5mm程度で、厚さは、0.2~1mm程度とすることができる。

【0034】次に、コンデンサマイクロホン1の製造方法を説明する。図3~図21は、それぞれ、コンデンサマイクロホン1の製造方法を説明するための図(縦断面図)であり、そのうち、図3~図15は、バックプレート基板2の製造工程(第1の工程)を示し、図16~図

20は、ダイヤフラム基板4の製造工程(第2の工程)を示し、図21は、バックプレート基板2とダイヤフラム基板4とを接合する工程(第3の工程)を示す。

【0035】まず、第1の基板21および第2の基板41として、それぞれ、半導体基板を用意する。

【0036】これら第1の基板21および第2の基板41は、それぞれ、半導体基板であれば、特に限定されないが、単結晶シリコン基板であるのが好ましく、その単結晶シリコン基板は、(100)面方位(結晶面方位)、または(110)面方位(結晶面方位)であるのがより好ましい。

【0037】これにより、ダイヤフラム40や、バックプレート20を精度良く形成することができ、設計通りのコンデンサマイクロホン1を得ることができる。

【0038】また、第1の基板21および第2の基板41の厚さは、それぞれ、特に限定されないが、300~525 $\mu$ m程度であるのが好ましく、300~400 $\mu$ m程度であるのがより好ましい。

【0039】<バックプレート基板2の製造工程(第1の工程)>

<1>まず、図3に示すように、第1の基板21の表面、すなわち、第1の基板21の図3中上側、下側、右側および左側にすべて、エッチング用のマスクとなる膜22を形成する。

【0040】膜22の構成材料としては、例えば、Si、N<sub>4</sub>等が挙げられる。膜22は、例えば、CVD(Chemical Vapor Deposition)法(特に、熱CVD法)等により形成する。

【0041】膜22の厚さは、特に限定されないが、0.05~0.2 $\mu$ m程度であるのが好ましく、0.1~0.15 $\mu$ m程度であるのがより好ましい。

【0042】<2>次に、図4に示すように、第1の基板21の図4中下側の膜22のうち、バックプレート20に対応する部分、すなわち、図5に示す凹部23に対応する部分を除去し、バックプレート20(凹部23)に対応する形状の開口221を形成する。これにより、開口221から第1の基板21が露出する。

【0043】この膜22の除去は、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等により行うことができる。

【0044】<3>次に、図5に示すように、第1の基板21の開口221の部分に凹部23を形成する。すなわち、第1の基板21の開口221の部分を、所定の厚さになるまで除去し、薄肉部211を形成する。この薄肉部211およびその近傍の部分が、後の工程を経て、バックプレート20となる。

【0045】前記第1の基板21の薄肉部211の厚さ、すなわち、バックプレート20の厚さは、特に限定されないが、10~40 $\mu$ m程度であるのが好ましく、10~15 $\mu$ m程度であるのがより好ましい。

【0046】前記薄肉部211(凹部23)の形成は、エッチング法により行うのが好ましい。すなわち、開口221から露出している第1の基板21をエッチングして薄肉部211を形成するのが好ましい。

【0047】この場合のエッチング法としては、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等が挙げられるが、特に、アルカリ異方性エッチング法が好ましい。

【0048】本工程をアルカリ異方性エッチング法により行う場合には、所定の厚さのバックプレート20を精度良く形成することができ、寸法精度の高いコンデンサマイクロホン1を得ることができる。

【0049】なお、アルカリ異方性エッチング法を用いる場合のアルカリ性のエッチング液としては、例えば、TMAH(テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド)の水溶液等が挙げられる。

【0050】<4>次に、図6に示すように、第1の基板21の図6中上側(凹部23の反対側)の膜22の表面に、ドープ用のマスクとなる膜24を形成する。

【0051】膜24の構成材料としては、例えば、SiO<sub>2</sub>等が挙げられる。膜24は、例えば、CVD法(特に、プラズマCVD法)等により形成する。

【0052】膜24の厚さは、特に限定されないが、0.5~2 $\mu$ m程度であるのが好ましく、1~1.5 $\mu$ m程度であるのがより好ましい。

【0053】<5>次に、図7に示すように、第1の基板21の図7中上側の膜22および24を、図8に示す電極251、配線(引き出し線)252およびパッド253に対応する形状にパターンニング(除去)して開口26を形成し、その開口26から第1の基板21の薄肉部211および薄肉部211の図7中右側の部分を露出させる。

【0054】なお、電極251は、薄肉部211の上側に設けられ、配線252およびパッド253は、電極251の図7中右側に設けられるので、開口26は、薄肉部211および薄肉部211の図7中右側に形成される。

【0055】膜22および24の除去は、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等により行うことができる。

【0056】<6>次に、図8に示すように、開口26内における第1の基板21の図8中上側の表層部、すなわち、第1の基板21の薄肉部211および薄肉部211の図8中右側の部分の表層部にホウ素(ドーパント)をドープ(注入)して電極251、配線252およびパッド253を形成する。

【0057】このようにホウ素をドープして電極251、配線252およびパッド253を形成することにより、後述する工程<12>において、絶縁膜27をエッチングして複数の開口272を形成する際、そのエッチ

ング液（例えば、フッ化水素酸溶液）で電極 251、配線 252 およびパッド 253 が、変質、劣化、剥離または溶解等を生じてしまうのを防止することができる。

【0058】前記ホウ素のドーピングでは、例えば、図示しない固体のホウ素拡散源を第 1 の基板 21 の図 8 中上側に、その第 1 の基板 21 に対して対向配置し、熱処理を行う。

【0059】熱処理条件は、ドーピングされる第 1 の基板 21 の深さ（厚さ）やホウ素の濃度等の諸条件に応じて適宜設定されるが、1025～1200℃程度で、0.5～12 時間程度とするのが好ましく、1075～1200℃程度で、0.5～5 時間程度とするのがより好ましい。

【0060】この処理により、開口 26 内における第 1 の基板 21 の表層部、すなわち、第 1 の基板 21 の表面から所定の深さ（厚さ）の領域まで、所定の濃度（高濃度）にホウ素がドーブされ、拡散して、導電率（導電性）が向上する。第 1 の基板 21 のうち、前記ホウ素のドーブされた部分（ドーピング部）により、電極 251、配線 252 およびパッド 253 が構成される。なお、電極 251 とパッド 253 とは、配線 252 を介して電氣的に接続されている。

【0061】ホウ素をドーブする深さ（ドーピング部の厚さ）、すなわち、電極 251 の厚さは、特に限定されないが、0.4～1.2  $\mu\text{m}$  程度とするのが好ましく、0.5～1  $\mu\text{m}$  程度とするのがより好ましい。

【0062】また、ドーブ後のホウ素の濃度は、特に限定されないが、 $5 \times 10^{19}$  個/ $\text{cm}^3$  以上とするのが好ましく、 $1 \times 10^{20}$  ～  $5 \times 10^{20}$  個/ $\text{cm}^3$  程度とするのがより好ましい。

【0063】なお、ホウ素をドーブする方法は、前記の方法に限らず、例えば、イオン打ち込み法や液体拡散源を用いる方法（3 臭化ホウ素等を用いる方法）等で行ってもよい。

【0064】また、ドーパントとしては、それをドーブすることにより第 1 の基板 21 の導電率（導電性）を向上させることができるものであれば、ホウ素に限定されず、ホウ素の他、例えば、P、As、Al 等が挙げられ、また、任意の 2 種以上を用いてもよい。

【0065】また、本発明では、バックプレート基板 2 の電極 251、配線 252 およびパッド 253 は、それぞれ、導電性を有していればよく、それぞれを、例えば、各種の金属、ポリシリコン（多結晶シリコン）等で形成してもよい。

【0066】＜7＞次に、図 9 に示すように、膜 22 および 24 を除去する。この膜 22 および 24 の除去には、例えば、フッ化水素（HF）等を用いる。

【0067】＜8＞次に、図 10 に示すように、第 1 の基板 21 の図 10 中上側に、電極 251 と後述するダイヤフラム基板 4 のダイヤフラム 40 との間に間隙（ギャ

ップ）、すなわち、中空部（空間）6 を形成するための絶縁膜 27 を形成する。この絶縁膜 27 の厚さが、このバックプレート基板 2 の電極 251 と後述するダイヤフラム基板 4 のダイヤフラム 40 との間の距離（ギャップ長）となる。

【0068】絶縁膜 27 の厚さ、すなわち、このバックプレート基板 2 の電極 251 と後述するダイヤフラム基板 4 のダイヤフラム 40 との間の距離（ギャップ長）

は、特に限定されないが、1～5  $\mu\text{m}$  程度であるのが好ましく、1～3  $\mu\text{m}$  程度であるのがより好ましい。

【0069】絶縁膜 27 の構成材料としては、絶縁性を有していれば特に限定されないが、酸化物（酸化膜）が好ましく、その酸化物としては、例えば、 $\text{SiO}_2$  等が挙げられる。

【0070】絶縁膜 27 を  $\text{SiO}_2$  膜のような酸化膜とすることにより、後述する音響ホール 31 をドライエッチングで形成する場合に、そのドライエッチングにより影響を受けるのを阻止（防止）することができる。

【0071】絶縁膜 27 は、例えば、CVD 法（特に、プラズマ CVD 法）等により形成する。

【0072】＜9＞次に、図 11 に示すように、絶縁膜 27 のうち、電極 251、配線 252 およびパッド 253 に対応する部分を除去して開口 271 を形成し、その開口 271 から電極 251、配線 252 およびパッド 253 を露出させる。

【0073】絶縁膜 27 の除去は、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等により行うことができる。

【0074】＜10＞次に、図 12 に示すように、第 1 の基板 21 のうち、ドーピングされた部分の図 12 中上側、すなわち、第 1 の基板 21 の電極 251、配線 252 およびパッド 253 の図 12 中上側と、絶縁膜 27 の図 12 中上側とに、それぞれ、所定パターンのマスク 28 を形成する。

【0075】このマスク 28 は、バックプレート 20 へ図 13 に示す複数の音響ホール（貫通孔）31 を形成し、絶縁膜 27 へ図 14 に示す複数の開口 272 を形成するときのエッチング用のマスクであり、各音響ホール 31 に対応する部分（位置）にそれぞれ開口 281 が形成され、かつ、各開口 272 に対応する部分（位置）にそれぞれ開口 282 が形成されるように、例えば、フォトリソグラフィ法でパターンニングされる。

【0076】マスク 28 の構成材料としては、例えば、各種のレジスト材料等が挙げられる。

【0077】また、マスク 28 の厚さは、特に限定されないが、0.5～2  $\mu\text{m}$  程度であるのが好ましく、1～1.5  $\mu\text{m}$  程度であるのがより好ましい。

【0078】また、マスク 28 の開口 281 の平面視での形状（図 12 中上側から見たときの形状）、すなわち、音響ホール 31 の平面視での形状は、特に限定され

10

20

30

40

50

ず、例えば、円形、楕円形、四角形等の多角形等とすることができる。

【0079】マスク28の開口281の寸法、すなわち、音響ホール31の寸法は、特に限定されないが、例えば、平面視での形状を円形とした場合には、その直径が、20~70 $\mu$ m程度であるのが好ましく、30~60 $\mu$ m程度であるのがより好ましい。

【0080】また、マスク28の開口281の個数、すなわち、音響ホール31の個数は、その寸法や形状等の諸条件に応じて適宜設定されるが、複数であるのが好ましく、50~1000個/mm<sup>2</sup>程度であるのがより好ましく、100~500個/mm<sup>2</sup>程度であるのが特に好ましい。これにより、エアダンピングの影響をより確実に低減または防止することができる。

【0081】なお、音響ホール31の個数は、1個であってもよいことは言うまでもない。

【0082】また、図12に示すように、第1の基板21の図12中上側以外の表面（各側面および裏面）に、保護膜29を形成する。

【0083】この保護膜29は、第1の基板21をエッチングして音響ホール31を形成する（貫通させる）ときのストッパーとしても機能する。

【0084】保護膜29の構成材料としては、例えば、各種のレジスト材料等が挙げられる。

【0085】また、保護膜29の厚さは、特に限定されないが、1~5 $\mu$ m程度であるのが好ましく、2~3 $\mu$ m程度であるのがより好ましい。

【0086】<11>次に、図13に示すように、ドライエッチング法、特にDeep RIE (ICP) にて、マスク28の各開口281から露出している第1の基板21の薄肉部211をエッチングし、複数の音響ホール（貫通孔）31を形成する。

【0087】前記Deep RIE (ICP) は、半導体（例えば、シリコン）を深掘する方法（技術）であり、本工程では、Deep RIE (ICP) として、例えば、米国特許第5501893号に記載されている方法（ボッシュプロセス）等を用いることができる。

【0088】すなわち、本工程では、例えば、エッチング用ガスによるエッチングと、デポジション用ガスによる保護膜の形成とを、交互に繰り返し行って、複数の音響ホール31を形成する。

【0089】前記エッチング用ガスとしては、例えば、SF<sub>6</sub>等が挙げられ、また、前記デポジション用ガスとしては、例えば、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>等が挙げられる。

【0090】Deep RIE (ICP) を用いる本工程では、酸化膜に対して高い選択比がとれるため、例えば、絶縁膜27をSiO<sub>2</sub>で形成した場合には、マスク28の開口282等から露出している絶縁膜27はエッチングされず、マスク28の開口281から薄肉部211のみがエッチングされ、また、ドライエッチングなので、第1の

基板21の面方位の影響を受けることなく、精度良くエッチングすることができる。すなわち、他の部位に影響を与えることなく、音響ホール31のみを精度良く、確実に形成することができる。

【0091】このように、音響ホール31の形成においては、ドライエッチング法、特にDeep RIE (ICP) を用いるので、多数の音響ホール31を、容易、確実かつ精度良く形成することができる。これにより、エアダンピングの影響を低減または防止することができる。

【0092】なお、本発明では、本工程において、ドライエッチング法であれば、前記と異なる方法を用いて音響ホール31を形成してもよい。

【0093】<12>次に、図14に示すように、ドライエッチング法やウェットエッチング法等のエッチング、特にウェットエッチング法にて、マスク28の各開口282から露出している絶縁膜27をエッチングし、その絶縁膜27に複数の開口272を形成する。

【0094】前記エッチングでは、例えば、第1の基板21をSiで形成し、エッチング液としてSiと選択比のとれるフッ化水素酸溶液を用いることにより、第1の基板21はエッチングされず、絶縁膜27のみがエッチングされる。すなわち、他の部位に影響を与えることなく、開口272のみを精度良く、確実に形成することができる。

【0095】各開口272内には、後述するダイヤフラム基板4とバックプレート基板2との接合の際、その接合のための樹脂（接着剤）5が充填される。

【0096】なお、前記開口272の位置は、特に限定されないが、本実施形態では、開口272は、バックプレート基板2の端部に位置している。

【0097】<13>バックプレート基板2は、ウェハ上に多数（複数）形成され、そのウェハを、例えば、ダイシング等の所定の手段で、各バックプレート基板2ごとに分割（分離）する。

【0098】そして、図15に示すように、前記分割されたバックプレート基板2から残っているマスク28および保護膜29を除去し、バックプレート基板2を洗浄する。

【0099】マスク28および保護膜29の除去は、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等により行うことができる。

【0100】このようにして、バックプレート基板2が得られる。なお、本発明では、例えば、所定の工程において、前記ウェハに格子状に溝を形成し、その溝において各バックプレート基板2ごとに分割できるようにしてもよい。これにより、ダイシングすることなく、各バックプレート基板2ごとに容易かつ確実に分割することができ、その分割時のバックプレート基板2の破損をより確実に防止することができる。

【0101】また、本発明では、バックプレート基板2

の電極 251、配線 252 およびパッド 253 は、それぞれ、導電性を有していればよく、それぞれを、例えば、各種の金属、ポリシリコン（多結晶シリコン）等で形成してもよい。

【0102】＜ダイヤフラム基板 4 の製造工程（第 2 の工程）＞

＜1＞まず、図 16 に示すように、第 2 の基板 41 の表面、すなわち、第 2 の基板 41 の図 16 中上側、下側、右側および左側にすべて膜 42 を形成する。この膜 42 は、第 2 の基板 41 のエッチング用のマスクとなるとともに、ダイヤフラム 40 の一部を構成する。

【0103】膜 42 の構成材料は、窒化物が好ましく、例えば、Si、N<sub>4</sub> 等が挙げられる。

【0104】膜 42 は、例えば、CVD（Chemical Vapor Deposition）法（特に、熱 CVD 法）等により形成する。

【0105】膜 42 の厚さは、特に限定されないが、0.05～0.2 μm 程度であるのが好ましく、0.1～0.15 μm 程度であるのがより好ましい。

【0106】＜2＞次に、図 17 に示すように、第 2 の基板 41 の図 17 中上側の膜 42 のうち、ダイヤフラム 40 に対応する部分、すなわち、図 18 に示す孔部 43 に対応する部分と、孔部 44 に対応する部分とを除去し、ダイヤフラム 40（孔部 43）に対応する形状の開口 421 と、孔部 44 に対応する形状の開口 422 とを形成する。これにより、開口 421 および 422 からそれぞれ第 2 の基板 41 が露出する。なお、孔部 44 は、前記バックプレート基板 2 のパッド 253 に対応する位置に形成される。

【0107】前記膜 42 の除去は、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等により行うことができる。

【0108】＜3＞次に、図 18 に示すように、第 2 の基板 41 の開口 421 の部分および開口 422 の部分を、膜 42 が露出するまで（膜 42 に到達するまで）除去し、孔部 43 および 44 を形成する。

【0109】これら孔部 43 および 44 の平面視での形状（図 2 および図 18 中上側から見たときの形状）は、それぞれ、図 18 中上側と下側とが略相似形（相似形状）または略同一形状をなしている。

【0110】孔部 43 の形状、すなわち、ダイヤフラム 40 の形状は、特に限定されないが、本実施形態では、平面視で（図 2 および図 18 中上側から見たとき）、四角形をなしている。

【0111】また、孔部 44 の形状は、特に限定されないが、本実施形態では、平面視で（図 2 および図 18 中上側から見たとき）、四角形をなしている。

【0112】前記孔部 43 および 44 の形成は、それぞれエッチング法により行うのが好ましい。

【0113】また、孔部 43 の形成と孔部 44 の形成と

を同時に（同一工程で）行うのが好ましい。

【0114】本実施形態では、開口 421 および 422 から露出している第 2 の基板 41 を膜 42 をストッパーとしてエッチングし、孔部 43 および 44 を同時に（同一工程で）形成する。

【0115】孔部 43 の形成と孔部 44 の形成とを同時に（同一工程で）行うことにより、工程数を減少させることができ、このため、生産性が高く、量産に有利である。

【0116】また、前記エッチング法としては、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等が挙げられるが、特に、アルカリ異方性エッチング法が好ましい。

【0117】本工程をアルカリ異方性エッチング法により行う場合には、所定の寸法のダイヤフラム 40（孔部 43）および孔部 44 を精度良く形成することができ、寸法精度の高いコンデンサマイクロホン 1 を得ることができる。

【0118】なお、アルカリ異方性エッチング法を用いる場合のアルカリ性のエッチング液としては、例えば、TMAH（テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド）の水溶液等が挙げられる。

【0119】＜4＞次に、図 19 に示すように、孔部 44 の下側の膜 42 を除去して開口 423 を形成し、孔部 44 を図 19 中下側に開放する（貫通させる）。

【0120】この孔部 44、開口 422 および 423 は、ダイヤフラム基板 4 と前記バックプレート基板 2 とを接合したとき、バックプレート基板 2 のパッド 253 に対面する。従って、ダイヤフラム基板 4 に、この孔部 44、開口 422 および 423 を介して、バックプレート基板 2 のパッド 253 へ電気的に接続する配線を設けることができる。

【0121】このように、ダイヤフラム基板 4 に、バックプレート基板 2 の電極 251（パッド 253）に接続するための、孔部 44、開口 422 および 423 で構成される孔部（貫通孔）を形成することにより、コンデンサマイクロホン 1 の小型化に有利である。

【0122】前記膜 42 の除去は、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等により行うことができる。

【0123】＜5＞次に、図 19 に示すように、第 2 の基板 41 の図 19 中上側に、導電性を有する所定パターンの導電膜（導体膜）45 を形成する。

【0124】この導電膜 45 は、前記孔部 43 内の膜 42 の図 19 中上側と、孔部 43 の側面（図 19 中左側面）と、孔部 43 の近傍の膜 42 の図 19 中上側とに連続的に形成され、電極 451、配線 452 およびパッド 453 を構成する。この場合、電極 451 は、孔部 43 内の膜 42 の図 19 中上側に位置し、パッド 453 は、孔部 43 の近傍の膜 42 の図 19 中上側に位置し、これ

ら電極 451 とパッド 453 とは、配線 452 を介して電氣的に接続されている。なお、電極 451 は、ダイヤフラム 40 の一部を構成する。

【0125】このようにして、第 2 の基板 41 の孔部 43 の図 19 中下側に、膜 42 および電極 451 で構成されるダイヤフラム 40 が形成される。このダイヤフラム 40 の平面視での形状（図 2 および図 19 中上側から見たときの形状）は、孔部 43 の平面視での形状と相似形または同一形状をなしている。

【0126】前記導電膜 45 の形成方法は、特に限定されず、例えば、電解メッキ（電気メッキ）、無電解メッキ等の湿式メッキ法や、スパッタリング、イオンプレーティング、真空蒸着、CVD 等の気相成膜法等が挙げられる。

【0127】導電膜 45 は、導電性を有しており、その構成材料としては、例えば、各種の金属、ポリシリコン（多結晶シリコン）等が挙げられるが、これらのうちでは、金属が好ましい。

【0128】導電膜 45 を金属膜で構成する場合、その金属としては、特に限定されず、例えば、Cu、Cu 系合金、Al、Al 系合金、Au、Pt、W、W 系合金等が挙げられる。

【0129】導電膜 45 をポリシリコン膜で構成する場合には、そのポリシリコン膜に所定のドーパントを高濃度にドーブ（注入）し、導電膜 45 の導電率を向上させるのが好ましい。

【0130】ドーパントとしては、例えば、B、P、As、Al 等が挙げられる。また、ドーパントをドーブする方法としては、例えば、イオンインプランテーション等が挙げられる。

【0131】導電膜 45（電極 451）の厚さは、特に限定されないが、電極 451 の厚さは、0.05～1  $\mu$ m 程度であるのが好ましく、0.1～0.5  $\mu$ m 程度であるのがより好ましい。

<6>ダイヤフラム基板 4 は、ウェハ上に多数（複数）形成され、そのウェハを、例えば、ダイシング等の所定の手段で、各ダイヤフラム基板 4 ごとに分割（分離）する。

【0132】そして、図 20 に示すように、前記分割されたダイヤフラム基板 4 から残っている図 19 中右側および左側の膜 42 を除去し、ダイヤフラム基板 4 を洗浄する。

【0133】膜 42 の除去は、例えば、ドライエッチング法、ウェットエッチング法等により行うことができる。

【0134】このようにして、ダイヤフラム基板 4 が得られる。なお、本発明では、必要に応じて、ダイヤフラム基板 4 に、例えば、増幅回路、昇圧回路等の図示しない所定の回路（集積回路）を形成してもよい。

【0135】また、本発明では、例えば、所定の工程に

において、前記ウェハに格子状に溝を形成し、その溝において各ダイヤフラム基板 4 ごとに分割できるようにしてもよい。これにより、ダイシングすることなく、各ダイヤフラム基板 4 ごとに容易かつ確実に分割することができ、その分割時のダイヤフラム基板 4 の破損をより確実に防止することができる。

【0136】前記分割用の溝を形成するには、例えば、前記膜 42 に開口 421 および 422 を形成する際に、膜 42 に、その溝に対応する格子状の開口を形成する。そして、前記第 2 の基板 41 をエッチングして孔部 43 および 44 を形成するときに、第 2 の基板 41 の前記格子状の開口の部分をハーフエッチングする。

【0137】なお、前記第 1 の工程と前記第 2 の工程のいずれを先に行ってもよく、また、第 1 の工程と第 2 の工程とを並行して（同時に）行ってもよい。

【0138】<接合工程（第 3 の工程）>

<1>まず、図 21 に示すように、バックプレート基板 2 と、ダイヤフラム基板 4 との位置合わせを行う。

【0139】この位置合わせでは、図 21 に示すように、図 21 中上下方向（縦方向）において、バックプレート 20 とダイヤフラム 40 とが対面（一致）し、かつ、バックプレート基板 2 側のパッド 253 とダイヤフラム基板 4 側の孔部 44（開口 423）とが対面（一致）するように、バックプレート基板 2 に対するダイヤフラム基板 4 の相対的な位置や姿勢を調整する。この場合、バックプレート基板 2 とダイヤフラム基板 4 のいずれか一方を移動（変位）させてもよく、また、両方を移動（変位）させてもよい。

【0140】<2>次に、図示しない未硬化または未乾燥の樹脂（接着剤）を、所定の部位、例えば、バックプレート基板 2 の図 21 中上側の端部、すなわち、バックプレート基板 2 の絶縁膜 27 の開口 272 が形成された面上に供給する。

【0141】この樹脂の供給は、例えば、未硬化または未乾燥の樹脂を塗布することにより行うことができる。

【0142】なお、本発明では、樹脂を、ダイヤフラム基板 4 側に供給してもよく、また、バックプレート基板 2 とダイヤフラム基板 4 とのそれぞれに供給してもよい。

【0143】<3>次に、バックプレート基板 2 上に、樹脂を介してダイヤフラム基板 4 を設置し、それらを貼り合わせる。この際、各開口 272 内にそれぞれ樹脂が充填される。

【0144】次に、樹脂を硬化または乾燥させる。このようにして、図 1 および図 2 に示すように、前記硬化または乾燥した樹脂 5 により、バックプレート基板 2 とダイヤフラム基板 4 とが接合（接着）され、バックプレート 20 とダイヤフラム 40 との間には、各音響ホール 31 および孔部 44 に連通する中空部（空間）6 が形成される。

【0145】また、前述したように、図1および図2中上下方向（縦方向）において、バックプレート20とダイヤフラム40とが対面（一致）し、かつ、バックプレート基板2側のパッド253とダイヤフラム基板4側の孔部44（開口423）とが対面（一致）する。

【0146】このように、バックプレート基板2とダイヤフラム基板4とを接合してコンデンサマイクロホン1を製造するので、中空部6を、容易、確実かつ精度良く形成することができる。

【0147】なお、本発明では、未硬化または未乾燥の樹脂を供給した後に、バックプレート基板2とダイヤフラム基板4との位置合わせを行ってもよい。

【0148】また、本発明では、バックプレート基板2とダイヤフラム基板4との接合は、前記樹脂5で接合する方法以外の方法で行ってもよい。

【0149】次に、バックプレート基板2側のパッド253およびダイヤフラム基板4側のパッド453をそれぞれ、図示しない所定の回路に、例えば、図示しないリード線等で電氣的に接続する。この際、パッド253への接続は、孔部44を介して行う。

【0150】以上のようにして、図1および図2に示すコンデンサマイクロホン1が得られる。

【0151】次に、コンデンサマイクロホン1の作用を説明する。コンデンサマイクロホン1が動作状態にあるときに、そのコンデンサマイクロホン1に音声、すなわち音波が入射すると、その音波（音圧）によりダイヤフラム40が振動する。

【0152】ダイヤフラム40が振動すると、その振幅の大小（大きさ）に応じてダイヤフラム40（電極451）とバックプレート20（電極251）との間の距離が変化し、ダイヤフラム40とバックプレート20とで構成されるコンデンサの静電容量が変化する。

【0153】この静電容量の変化は、電気信号として、コンデンサマイクロホン1から出力される。すなわち、コンデンサマイクロホン1により、音響信号が電気信号に変換され、出力される。

【0154】以上説明したように、前記コンデンサマイクロホン1およびその製造方法によれば、バックプレート基板2とダイヤフラム基板4とを接合してコンデンサマイクロホン1を製造するので、バックプレート20とダイヤフラム40との間の中空部6を、容易、確実かつ精度良く形成することができる。

【0155】さらに、バックプレート20の音響ホール31の形成において、ドライエッチング法、特にDeep RIE（ICP）を用いることにより、多数の音響ホール31を、容易、確実かつ精度良く形成することができる。これにより、エアダンピングの影響を低減または防止することができる。

【0156】このため、コンデンサマイクロホン1は、優れた特性（機械的特性や音響的特性）を有する。

【0157】また、コンデンサマイクロホン1を半導体の製造プロセス（特に、マイクロマシニング）で形成することができる。このため、容易に、精密に（精度良く）加工することができ、生産性が高く、量産に有利であり、また、小型化にも有利である。

【0158】また、バックプレート基板2またはダイヤフラム基板4と、コンデンサマイクロホン1の周辺回路とを同一基板上に形成（一体化）することができる。

【0159】前述したコンデンサマイクロホン1は、各種の電子機器（電子装置）に組込んで用いることができる。

【0160】次に、本発明の電子機器を補聴器に適用した場合の実施形態について説明する。

【0161】図22は、本発明の電子機器を補聴器に適用した場合の実施形態、すなわち、図1および図2に示すコンデンサマイクロホン1を備えた補聴器の実施形態を示す斜視図である。

【0162】同図に示すように、補聴器（電子機器）100は、開口120が形成されたケーシング（外装部材）110を有している。

【0163】このケーシング110内には、前述したコンデンサマイクロホン1と、図示しないスピーカと、これらコンデンサマイクロホン1およびスピーカに電氣的に接続された図示しない所定の電気回路とが、それぞれ設置されている。

【0164】コンデンサマイクロホン1は、第2の基板41が音源方向に向き、かつ、その第2の基板41の孔部43、すなわちダイヤフラム40が開口120の位置に位置するように配置されている。

【0165】次に、補聴器100の作用を説明する。前述したように、音源からの音声（音圧）は、コンデンサマイクロホン1により、電気信号に変換される。

【0166】この電気信号は、電気回路で信号処理され、スピーカに入力され、スピーカで再び音声に変換されて、出力される。

【0167】これにより、補聴器100の使用は、音源からの音声を容易かつ確実に聞き取ることができる。

【0168】以上説明したように、この補聴器100は、前述したコンデンサマイクロホン1を内蔵しているので、非常に良好な性能を有する。

【0169】本発明は、前述した補聴器に限らず、この他、例えば、携帯電話（PHSを含む）、テレビ電話、電話や、これら携帯電話、テレビ電話および電話等の音声入力装置等、マイクロホン1を有するあらゆる電子機器に適用することができる。

【0170】以上、本発明のコンデンサマイクロホンの製造方法、コンデンサマイクロホンおよび電子機器を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。



## 【0171】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、バックプレート基板とダイヤフラム基板とを接合してコンデンサマイクロホンを製造するので、電極間の中空部（空間）を、容易、確実かつ精度良く形成することができる。

【0172】さらに、バックプレートの音響ホール（貫通孔）の形成において、ドライエッチング法、特にDeep RIE (ICP) を用いることにより、多数の音響ホールを、容易、確実かつ精度良く形成することができる。これにより、エアダンピングの影響を低減または防止することができる。

【0173】このため、高性能、すなわち、優れた機械的特性や音響的特性を有するコンデンサマイクロホンが得られる。

【0174】また、本発明では、コンデンサマイクロホンを容易に製造することができ、生産性が高く、量産に有利であり、また、小型化にも有利である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のコンデンサマイクロホンの実施形態を示す断面斜視図である。

【図2】 本発明のコンデンサマイクロホンの実施形態を示す縦断面図である。

【図3】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図4】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図5】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図6】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図7】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図8】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図9】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図10】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図11】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図12】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）であ

る。

【図13】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図14】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図15】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図16】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図17】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図18】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図19】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図20】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

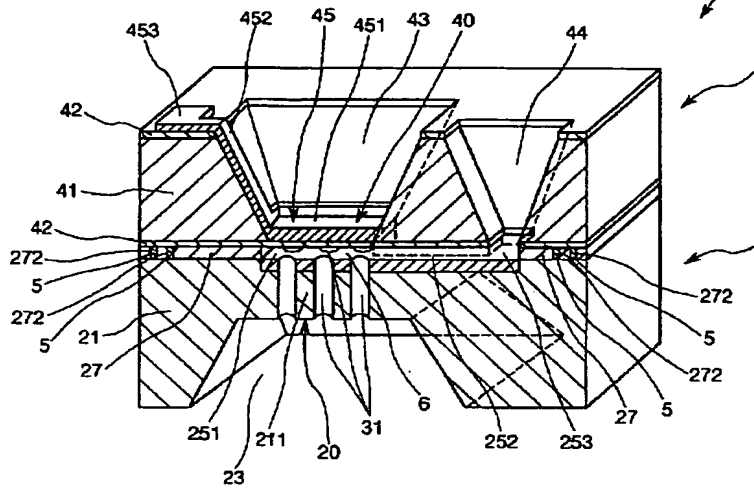
【図21】 図1および図2に示すコンデンサマイクロホンの製造方法を説明するための図（縦断面図）である。

【図22】 本発明の電子機器を補聴器に適用した場合の実施形態を示す斜視図である。

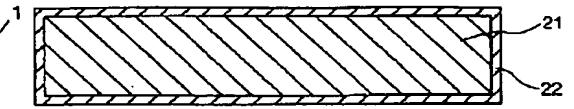
## 【符号の説明】

1・・・コンデンサマイクロホン、2・・・バックプレート基板、20・・・バックプレート、21・・・第1の基板、211・・・薄肉部、22・・・膜、221・・・開口、23・・・凹部、24・・・膜、251・・・電極、252・・・配線、253・・・パッド、26・・・開口、27・・・絶縁膜、271、272・・・開口、28・・・マスク、281、282・・・開口、29・・・保護膜、31・・・音響ホール、4・・・ダイヤフラム基板、40・・・ダイヤフラム、41・・・第2の基板、42・・・膜、421～423・・・開口、43、44・・・孔部、45・・・導電膜、451・・・電極、452・・・配線、453・・・パッド、5・・・樹脂、6・・・中空部、100・・・補聴器、110・・・ケーシング、120・・・開口

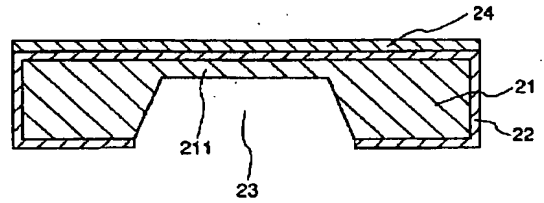
【図 1】



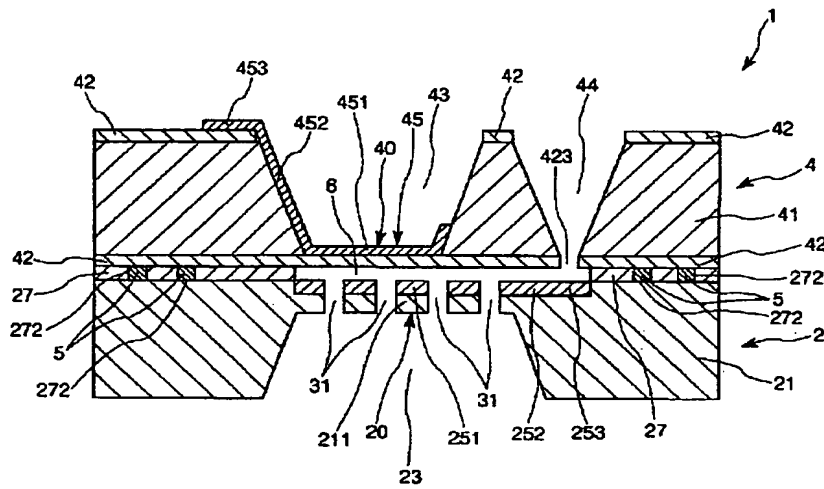
【図 3】



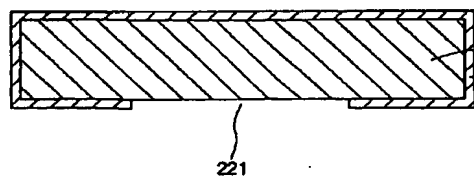
【図 6】



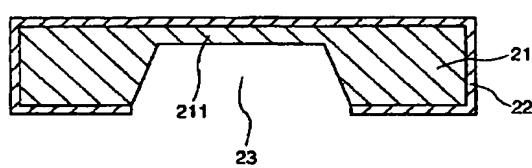
【図 2】



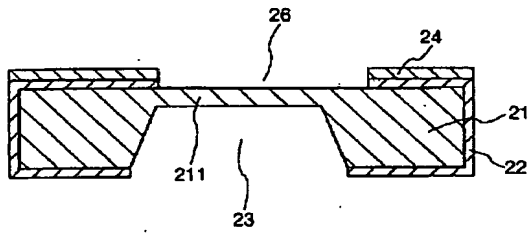
【図 4】



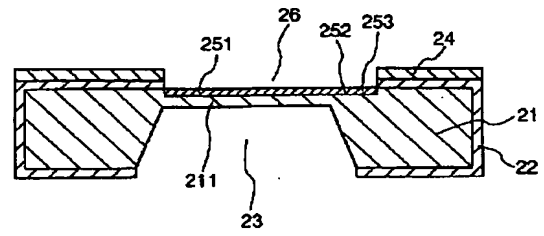
【図 5】



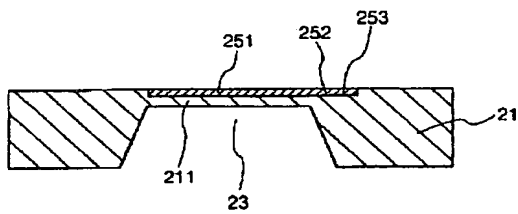
【図 7】



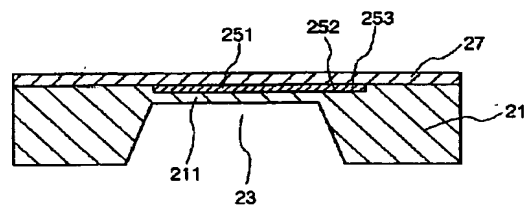
【図 8】



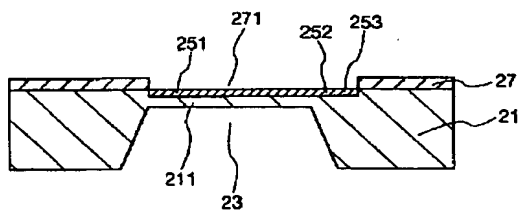
【図 9】



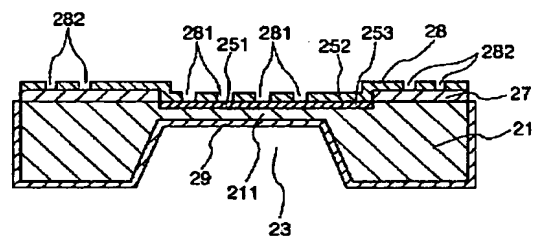
【図 10】



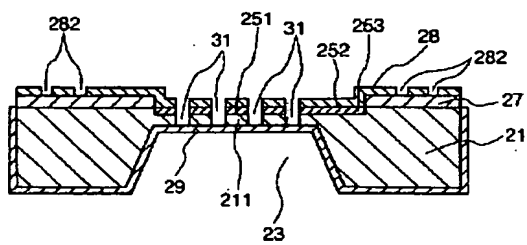
【図 11】



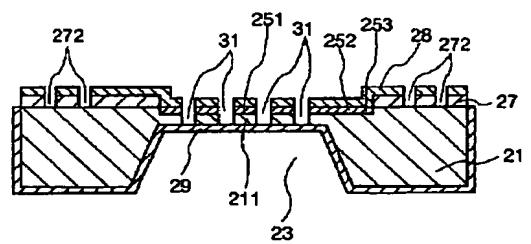
【図 12】



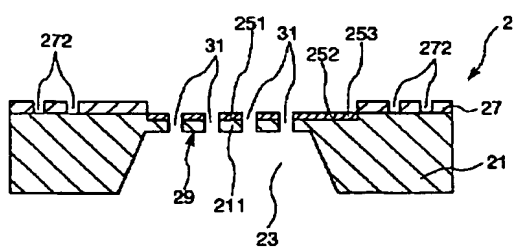
【図 13】



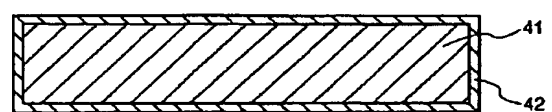
【図 14】



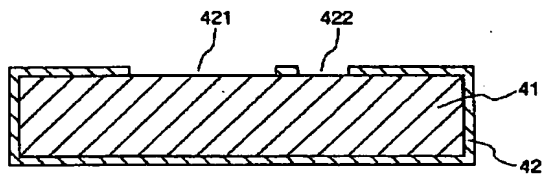
【図 15】



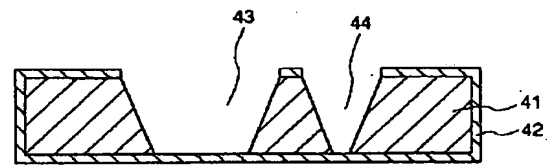
【図 16】



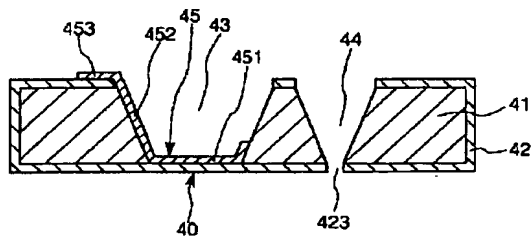
【図 17】



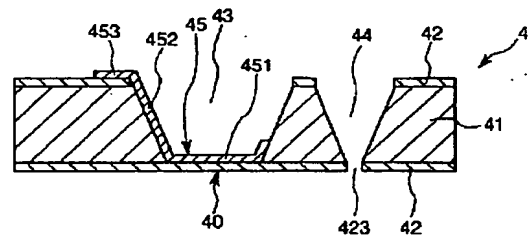
【図 18】



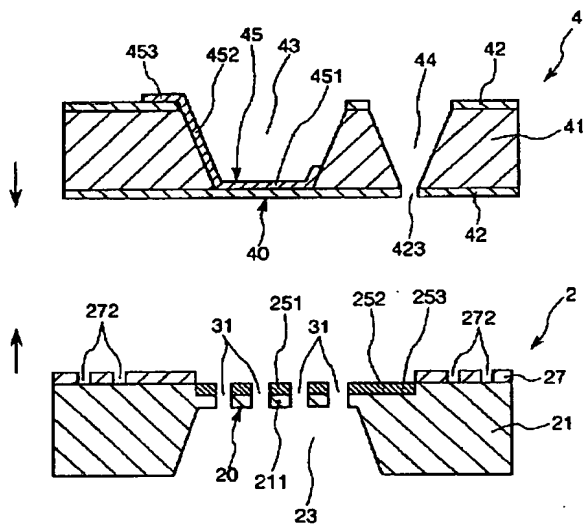
【図 19】



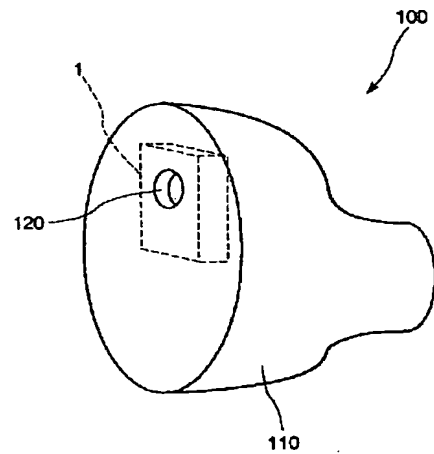
【図 20】



【図 21】



【図 22】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**